DOMAIN CONTROL METHOD FOR NONLINEAR FERROELECTRIC OPTICAL MATERIAL

PUB. NO.: 02-187735 [JP 2187735 A]
PUBLISHED: July 23, 1990 (19900723)
INVENTOR(s): YAMADA MASAHIRO
APPLICANT(s): SONY CORP [000218] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)
APPL. NO.: 01-008271 [JP 898271]
FILED: January 17, 1989 (19890117)
INTL CLASS: [5] G02F-001/37; G02F-001/35
JAPIO CLASS: 29.2 (PRECISION INSTRUMENTS — Optical Equipment)
JAPIO KEYWORD:R005 (PIEZOELECTRIC FERROELECTRIC SUBSTANCES); R044 (CHEMISTRY — Photosensitive Resins)
JOURNAL: Section: P, Section No. 1115, Vol. 14, No. 468, Pg. 128, October 12, 1990 (19901012)

ABSTRACT

PURPOSE: To control the thickness of inverting domains with ease and high accuracy by impressing a DC voltage between 1st and 2nd electrodes provided on both sides of a nonlinear ferroelectric optical material of single domain to generate the domain inverting parts.

CONSTITUTION: The 1st and 2nd electrodes 11 and 12 are deposited and formed on both main surfaces of the nonlinear ferroelectric optical material 1 of the single domain. The DC voltage is impressed to this material 1 in a required atmosphere by throwing a DC power source 13 for the required period of time between both electrode terminals. The periodic domain inverting structure parts 3 in which the inverting domains of the direction reverse from the +c axis heating from the electrode 11 toward 12 have the pitch corresponding to the pitch 2A of the stripe patterns of the electrode 11 are obtained in this way. The electrodes 11, 12 are then removed and the light guides 2 having the refractive index made larger than the refractive index of the material body 1 having the inverting structure parts 3 are formed on the main surface side of the material body 1. The material body 1 is cut to remove the comb-shaped connecting parts connecting the parallel stripe patterns of the material body 1 exclusive of the domain inverting parts thereof, by which the second harmonic wave generating element formed with the inverting structures 3 across the waveguide structure is obtained ?

Jpn. Unexam. Patent Publn. No. 2(1990)-187735

⑲日本国特許庁(JP)　⑪特許出願公開

⑫公開特許公報(A)　平2−187735

⑤1Int.Cl.[5]	識別記号	庁内整理番号
G 02 F 1/37		7348−2H
1/35	505	7348−2H

⑬公開　平成2年(1990)7月23日

審査請求　未請求　請求項の数 1　(全10頁)

⑤4発明の名称　非線形強誘電体光学材料に対するドメイン制御方法

⑳特　願　平1−8271
㉒出　願　平1(1989)1月17日

⑦2発明者　山田　正裕　東京都品川区北品川6丁目5番6号　ソニー・マグネ・プロダクツ株式会社内
⑦1出願人　ソニー株式会社　東京都品川区北品川6丁目7番35号
⑦4代理人　弁理士　松隈　秀盛

明　細　書

発明の名称　非線形強誘電体光学材料に対するドメイン制御方法

特許請求の範囲

シングルドメイン化された非線形強誘電体光学材料体の相対向する両主面に第1及び第2の電極を対向配置し、これら第1及び第2の電極の少くとも一方を所要の電極パターンとし、上記第1及び第2の電極間に所要の直流電圧を印加し、上記電極パターンに対応するパターンのドメイン反転部を局部的に形成してドメイン制御を行うことを特徴とする非線形強誘電体光学材料に対するドメイン制御方法。

発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、例えば光第2高調波発生素子（以下SHGという）における周期ドメイン反転構造部の形成に用いて好適な非線形強誘電体光学材料に対するドメイン制御方法に係わる。

〔発明の概要〕

本発明は非線形強誘電体光学材料に対するドメイン制御方法に係わり、シングルドメイン化された非線形強誘電体光学材料体の相対向する主面に第1及び第2の電極を対向配置し、これら第1及び第2の電極の少くとも一方を所要の電極パターンとし、これら第1及び第2の電極間に所要の直流電圧を印加して、上記電極パターンに対応するパターンのドメイン反転部を局部的に形成してドメイン制御を行うもので、例えば微細ピッチの周期ドメイン反転構造部を屈折率の変化を来すことなく、高精度にかつ比較的簡便に形成することができるようにするものである。

〔従来の技術〕

非線形光学によるレーザー光の波長変換への適用、例えばSHGによって波長範囲の拡大化がはかられ、これに伴いレーザーの利用範囲のより拡大化と、各技術分野でのレーザー光利用の最適化がはかられる。例えばレーザー光の短波長化によ

って、レーザー光を用いた光記録再生、光磁気記録再生等の記録密度の向上等が挙げられる。

非線形光学相互作用における効率良い動作の実現は、その相互作用させる光波間に、エネルギー及び運動量の保存関係が満足されねばならない。また、相互作用する光波間の重なり合いや、動作長、強度は効率を直接左右するパラメータである。ところが一般の光学材料は、波長によって屈折率が変化する（分散をもつ）ことから、エネルギーの保存される波長間で同時に運動量を保存させることができない。このため、結晶の異方性、すなわち複屈折性を用いて位相整合を行わしめて運動量保存をとっている。

これに対して非線形強誘電体光学材料バルクにおいて周期的に非線形係数の方向だけを逆転させた構造による周期ドメイン反転構造では、各層の厚さをコーヒーレンス長（位相不整合成分が丁度πとなる長さ）の奇数倍としたとき、各層で発生した非線形分極により生ずる波は互いに同位相となり強め合うことが知られている（例えばJ.A. Armstrong, N. Bloembergen, J. Ducuing and P.S. Pershan, Pyhsical Review.127, (1962), P1918～及びD. Feng, N-B Ming, J-F Hong et. al. Applied Physical Letters, 37, (1980), P607～P609参照）。したがってこれによれば直接には位相整合のとれない材料や、従来利用できなかった非線形感受率の最大のテンソル成分d_{33}の利用が可能となる。

一方、導波型構造の非線形光学相互作用への利用は、導波路によりエネルギーが高密度化されること、また回折することがないことにより長い距離での相互作用が可能となり、さらにその構造によって伝搬定数を制御できることから、位相整合の自由度が増大する。しかしながら、反面、材料分散が大きいことから通常では基本モード間での位相整合が不可能であり、変換効率を著しく劣化させる。非線形導波路材料の複屈折性を用いて、基本モード間での位相整合を可能とした素子の場合でも、位相整合に対して条件が厳しく、動作温度や光導波路の作製条件に厳しい精度が要求される。

3

4

る。例えば動作温度の変動を0.1℃未満に抑える必要があるとか、100Å程度以下の導波路の厚さ精度が要求される。

これに対し、例えば応用物理、56巻(1987)第1637頁～第1641頁及びP.K. Tien, R. Ulrich and R.J. Martin, Applied Pysics Letters, 17巻(1970) 447頁～450頁に記載された非線形導波路におけるチエレンコフ放射を用いたＳＨＧは、位相整合を自動的に満足するような方向に、すなわちチエレンコフ角αをもって非線形分極により発生する波は強め合いこれが放射される。したがって、この場合、基板に非線形性の大きい材料を用いることにより、高効率動作が期待できる。例えばチエレンコフ放射型の非線形導波路型ＳＨＧの基板として上記前者の文献（応用物理）では、$LiNbO_3$でその非線形感受率の最大のテンソル成分d_{33}が用いられている。

しかしながら、このチエレンコフ放射による非線形相互作用では、放射される波が、ある一定のチエレンコフ角αで基板内にもぐって出てくるため、基板からの出射光のスポット形状、例えばファーフィールドパターンは例えば三日月状の特異形状のパターンとなり、レンズ光学系によって回折限界に集光しにくいという問題があり、実用上利用しにくいという課題がある。また、このチエレンコフ放射型の導波路型ＳＨＧにおけるその導波路内の波とチエレンコフ放射波の重畳はＳＨＧの効率に大きな影響を及ぼすものであり、これがため、チエレンコフ角αは上述の重畳が大となるように小さい角度であることが望まれる。

今、光導波路型チエレンコフ放射ＳＨＧについてその動作について考察する。この場合、第4図に示すように、非線形光学基板(1)上の導波路(2)における導波モード（基本波）の伝搬定数をβ_Fとし、基板(1)内のバルク波（高調波）の伝搬定数をk_{SH}^{sub}とすると、位相不整合成分Δkは、

$$\Delta k = 2\beta_F - k_{SH}^{sub} = 2k_{F0}\left(\left(\beta_F/k_{F0}\right) - n_{SH}^{sub}\right) \quad \cdots\cdots(1)$$

$$2\beta_F = k_{SH}^{sub} \cdot \cos\alpha \quad \cdots\cdots(2)$$

となるαの方向に高調波を発生する。ここで、

5

6

k_{F0}は基本波波長における真空中の伝搬定数($2\pi/\lambda_F$)とすると、この関係は、

$$\cos\alpha = (\beta_F/k_{F0})\, n_{SH}^{SUB} \quad \cdots\cdots (3)$$

となる。ここで、n_{SH}^{SUB}は基板の高調波に対する屈折率であり、

$$n_{SH}^{SUB} = n_{SH}^{o} \cdot n_{SH}^{e} / \sqrt{(n_{SH}^{o})^2 \cos^2\alpha + (n_{SH}^{e})^2 \sin^2\alpha} \quad \cdots\cdots (4)$$

(n_{SH}^{o}及びn_{SH}^{e}は高調波波長での常光及び異常光の屈折率)

導波路(2)中に基本波を伝搬させる条件は、

$$n_F^{SUB} \leq (\beta_F/k_{F0}) \leq n_F^{FILM} \quad \cdots\cdots (5)$$

(但しn_F^{SUB}及びn_F^{FILM}は基板(1)及び導波路(2)の基本波に対する屈折率)であり、チェレンコフ放射の条件は、

$$(\beta_F/k_{F0}) \leq n_{SH}^{SUB} \quad \cdots\cdots (6)$$

となり、(5)及び(6)式の条件でチェレンコフ放射SHGを生じる。この条件範囲を第5図の導波モードの分散を与えるグラフで示す。

この場合、$LiNbO_3$導波路で入射光は波長1.064μm(YAGレーザー光)とした場合の、TMモードの場合であり、基板の屈折率は2.155、導波路の屈折率は2.288としている。第5図は、横軸に屈折率(等価屈折率)をとり、縦軸に導波路の厚さをとったものである。この場合、導波路の厚さが約1.0μm以下では存在できるモードが1つである単一モード動作が得られる。因みに具体的には、$LiNbO_3$基板表面をプロトン交換した光導波路としたSHGでは、チェレンコフ角αは、基本波の波長が1.064μmで約13°、0.83μmで約16°である。

〔発明が解決しようとする課題〕

上述した非線形導波路によるチェレンコフ放射のSHGにおいてそのチェレンコフ放射角αの縮小をはかることができればこれによって第2高調波の基板(バルク)内への入り込みを小さくさせて取り出される第2高調波光のスポット(ファーフィールドパターン)の歪の小さい円形パターンとすること、基本波と高調波の伝搬方向をほぼ一致させることができることによって両者の重畳を高め、変換効率の向上をはかることになる。

この課題の解決をはかるものとして、本出願人等は、先に特願昭63－246545号において第2図に示すように、非線形強誘電体光学材料基板(1)上に光導波路(2)が設けられチェレンコフ放射による第2高調波を発生させるSHGにおいて、基板(1)上に周期的にドメインが反転する周期ドメイン反転構造部(3)を設けこれの上に光導波路(2)を設けるか、導波路(2)内に周期ドメイン反転構造部(3)を設けることによってチェレンコフ放射角αの縮小化をはかり、第2高調波光のスポット形状の改善、変換効率の向上をはかったSHGを提供した。

ところが、このようなSHGにおいても、実際上ドメイン反転構造部(3)の作製に問題が生じる。

すなわち、例えば前述したバルク型の周期ドメイン反転構造において採られているドメイン反転の形成方法としては、例えば非線形強誘電体光学材料結晶の引上育成時に電流制御等によりドメインを交互に反転させる方法が知られている。しかしながらこの方法による場合、大規模な装置が必要となるのみならずドメイン形成の制御が難しいという課題がある。

また、他の周期ドメイン反転構造の形成方法としては、シングルドメインすなわち単分域とされた非線形強誘電体光学材料のバルク面、例えば$LiNbO_3$の+c面の選択的された部分に、Tiを拡散することによってドメインの反転部を形成するという方法が知られている。ところがこの方法による場合は、Tiの拡散によって屈折率が変化する。

上述したように、従来のドメイン反転部の形成方法を採る場合、ドメイン制御を高精度に行い難いとか、屈折率の変化を来すことから第2高調波のビームが多数本になるという問題が生じ、この問題を解決するためには導波路とドメイン変調の自由度が大幅に減り、最大変換効率を得る条件が実現できないという課題がある。

本発明は、このような制約を排除でき、例えば上述した導波路型の周期ドメイン反転構造による製作に適用して、第2高調波光のスポットが単一で歪がなく、更に変換効率の高いSHGを得るこ

とができるドメイン制御方法を提供する。

〔課題を解決するための手段〕

本発明は、例えば第1図に示すように、シングルドメイン化された非線形強誘電体光学材料体(1)の相対向する主面に第1及び第2の電極(11)及び(12)を配し、これら対向電極(11)及び(12)の少くとも一方を所要の電極パターンすなわち形成しようとするドメイン反転部上にこのパターンに応じて形成し、これら対向電極(11)及び(12)間に所要の直流電圧を印加して電極パターンに対応するパターンのドメイン反転部(3)を局部的に形成してドメイン制御を行う。

〔作用〕

上述の本発明方法によれば、シングルドメインの非線形強誘電体光学材料体(1)を挟んで設けられた第1及び第2の電極(11)及び(12)間に直流電圧を印加することによって電場の生じた部分、すなわち電極パターンに対応した部分に自発分極の反転が生じ、ドメイン反転部が発生する。これは電場の印加によって非線形強誘電光学材料基板(1)の単位格子にあるイオンの微小変化が生ずることによるものと考えられる。

このように単に電極パターンの形成によってこのパターンのドメイン反転部を形成するようにしたので、この電極パターンの形成をフォトリソグラフィ等の高精度微細加工が可能な技術の適用によって微細ピッチ及びパターンに高精度に形成でき、また印加電圧の制御によって反転ドメインの厚さ制御も容易にかつ高精度をもって行うことができる。

〔実施例〕

本発明による非線形強誘電体光学材料に対するドメイン制御方法の一例を、第2図に示した周期ドメイン反転構造部(3)を有する光導波路型ＳＨＧを得る場合について第3図を参照して説明する。

第3図Ａに示すように、例えばLiNbO₃基板のＺ基板より成る非線形係数の大きい非線形強誘電体

11

12

光学材料体(1)を用意する。この材料体~~ウエハー~~(1)は、予め例えばキュリー温度以下の例えば1200℃程度まで昇温してその厚さ方向に外部直流電場を全面的に印加することによって全面的にそのｃ軸が厚さ方向に揃えられたシングルドドメイン化された基板が用いられる。そして、この材料体(1)の両主面(1a)と(1b)とに第1の電極(11)と第2の電極(12)とを被着形成する。この場合、＋ｃ面より成る例えば第1の主面(1a)上に、得ようとする周期ドメイン反転構造部の周期（ピッチ）２Λをもって金属、例えばPtによる電極(11)を平行ストライプパターンに形成する。この電極(11)の平行ストライプ部は、各対応する例えば一端部で相互に連結された櫛状となしてここより共通の端子t₁を導出する。この電極(11)のパターンの形成は、周知の技術、例えばフォトリソグラフィ技術によって形成し得る。すなわち例えばPt等の金属を例えば金属蒸着等によって全面的に形成して後に例えばフォトレジストを全面塗布、露光及び現像して所要のパターン、この例では櫛歯パターンとし、これをエッチングマスクとしてPt等の金属層をエッチングして所要のパターンとする。或いは、材料体(1)の主面(1a)上にリフトオフマスクを目的とする電極パターンの形成部以外に形成しておき、これの上からPt等の金属を全面的に被着形成し、その後、マスクを排除することによって、このマスク上の金属層のみをリフトオフしてパターン化する。

一方、材料体(1)の他方の主面(1b)の例えば－ｃ面には、全面的に同様に例えばPtより成る金属層を蒸着等によって形成することによって、第2の電極(12)を形成し、これより端子t₂を導出する。

そして、この材料体(1)を、所要の雰囲気中で、必要に応じて材料体(1)の抗電界を下げるために所要の温度下例えば150℃～1200℃の加熱下で両端子t₁及びt₂間に直流電源(13)を所要時間投入して、材料体(1)の厚さ方向、すなわちｃ軸方向に＋ｃ面をプラス側として数十Ｖ/cm～数百Ｖ/cmの電場になるように直流電圧を印加する。このようにすると、＋ｃ軸とは逆向きの反転ドメインが、第

13

14

1の電極(11)のストライプパターンのピッチ2Λ(2Λは例えば1～500μmとする)に応じたピッチの周期ドメイン反転構造(3)が得られる。例えば材料体(1)として厚さ1mmの$LiNbO_3$の基板を用いる場合、空気中で650℃の加熱下で20分、10Vの直流電圧を印加したところ反転部が電極(11)のパターンにそのパターンに応じて生じピッチ2Λの周期ドメイン反転構造部(3)を主面(1a)側に形成することができた。

次に第3図Bに示すように、第1及び第2の電極(11)及び(12)を除去する。例えば第1及び第2の電極(11)及び(12)がPtである場合は、王水(HNO_3:HCℓ=1:3)によるウエットエッチングによって除去し得る。

そして、第3図C_1に示すように、この周期ドメイン反転構造部(3)を有する材料体(1)の主面(1a)側に例えばピロりん酸を塗布後熱拡散させたり、例えばホットりん酸に浸してプロトン置換によって屈折率が材料体(1)に比し大とされた光導波路(2)を形成する。

このようにすると周期ドメイン反転構造部(3)が光導波路(2)内に入り込んだ構造が得られるが、他の例としては、第3図C_2に示すように、周期ドメイン反転構造部(3)を有する材料体(1)の一主面上に光導波路(2)を、非線形ないしは線形の基本波に対して吸収率が低く材料体(1)より高屈折率材料層の例えばTa_2O_5にTiO_2がTiとTaの和に対するTiの割合Ti/(Ti+Ta)(原子%)が、0<Ti/(Ti+Ta)≦60(原子%)となるようにドープされた材料層、或いはそのほか窒化シリコン、2酸化チタン、セレン化砒素ガラス、硫化亜鉛、酸化亜鉛等の蒸着による堆積やエピタキシャル成長によって形成する。

そして、この光導波路(2)を有する材料体(1)の平行ストライプパターンのドメイン反転部以外のこれらを連結する梯状連結部を除去する切断を行い平行ストライプ状の周期ドメイン反転構造(3)が導波方向を横切って形成された目的とする例えば第2に示したSHGを得る。

また、光導波路(2)は、その幅方向についても制

15

限したいわゆるリッジ型構造を採ることが望ましい。

尚、上述した例では、+c面側の主面(1a)の電極(11)を平行ストライプパターンとして、平行ストライプパターンの周期ドメイン反転構造部(3)を形成するようにした場合であるが、−c面側の主面(1b)の電極(12)を平行ストライプパターンとして主面(1b)側に周期ドメイン反転構造部を形成し、この主面(1b)側に前述した光導波路(2)の形成を行うこともできる。

このようにして得た第2図に示した構造のSHGの動作条件について考察する。

基本波の導波モードの伝搬定数β_F(または等価屈折率$\beta_F/(2\pi/\lambda_F)=\beta_F/k_{F0}$)(ここに、$\lambda_F$は基本波の波長、$k_{F0}$は基本波の真空中での伝搬定数)と高調波であるチェレンコフ放射波の伝搬定数$k_{SH}=2\pi\cdot n_{SH}^{sub}/\lambda_{SH}$(ここに$n_{SH}^{sub}$は基板(1)の高調波の屈折率)との間の不整合成分Δkは、

16

$$\Delta k = 2\beta_F - k_{SH} = \frac{4\pi}{\lambda_F}\left((\beta_F/k_{F0}) - n_{SH}^{sub}\right)$$

$$= \frac{4\pi}{\lambda_F}\Delta n \qquad \cdots\cdots(7)$$

であり、チェレンコフ放射は、このΔnが第5図で示されるように、負のときに発生するものであるが、上述の構成による周期ドメイン反転構造部(3)を有する場合、$\Delta n(=(\beta_F/k_{F0})-n_{SH}^{sub})$は、その周期2Λと、導波モードの伝搬定数を決定するパラメータである膜厚と、光導波路の屈折率n_{SH}^{sub}の間に次のような条件が必要である。

すなわち、前記〔従来の技術〕の項で挙げた周期ドメイン反転構造(バルク)でのSHGについてみるに、この場合の各ドメイン反転層の厚さが、コーヒーレンス長ℓ_cの奇数倍となる条件(発生する分極波が同位相になり強め合う条件)は、導波路構造のチェレンコフ型SHGの場合には、導波モードの基本波とバルク波の高調波について同様に導かれる。すなわち、前記(1)式及び(7)式よりこの場合のコーヒーレンス長ℓ_cは、

17

18

$\ell_c = \pi / |\Delta k| = \lambda_F / (4|\Delta n|)$ ……(8)

である。したがって、ドメインの周期を2Λとすると、コーヒーレンス長ℓ_cの奇数倍となる上記の条件は、

$\Lambda = \ell_c(2q+1)$　　$(q = 0, \pm 1, \pm 2, \cdots)$ ……(9)

である。ここで、最も基本的なq＝0の場合を考えると、

$\Lambda = \ell_c = \lambda_F / (4|\Delta n|)$ ……(10)

の条件で、基本波及び高調波のなす角度が零となり、位相の整合がとれることになる。

そして、この(10)式を書き直すと、

$\lambda_F / 2\Lambda = 2|\Delta n|$ ……(11)

または $\lambda_{SH} / 2\Lambda = |\Delta n|$ ……(12)

となる。

一方周期構造（周期2Λ）によって伝搬定数は、Pπ/Λ（Pはブラッグ反射の次数）の摂動（ブラッグ反射）を受ける（例えば、A. Yariv著 "Optical Electronics" pp414～421, Holt, Rinehart and Wilson 1985参照）。式(11)及び(12)の成分は、β_F及びk_{SH}にそれぞれ摂動を与えることになり、その結果として位相の整合がとれることになる。すなわち、P＝1として周期構造をもつ場合に(11)式は、(11)式及び(12)式より、

$$2(\beta_F - (2\pi/2\Lambda)) - (k_{SH}^{SUB} - (2\pi/2\Lambda)) = 2k_{F0}\left[((\beta_F/k_{F0}) - n_{SH}^{SUB}) - (\lambda_F/4\Lambda)\right] = 0 \quad \cdots\cdots(13)$$

となり、周期ドメイン反転構造の動作条件は、周期構造に基づく伝搬定数の摂動π／Λによる位相整合条件と等値である。(13)式が解をもつためには、

$$(\beta_F/k_{F0}) > n_{SH}^{SUB} \quad \cdots\cdots(14)$$

となり、(6)式のチエレンコフの条件とは逆の関係にある。

上述した例では、非線形強誘電体光学材料基板(1)自体に、第1及び第2の電極(11)及び(12)を被着した場合であるが、例えば第1図に示す例で、全面的に形成する第2の電極(12)については材料体(1)とは別体に構成した電極板として、これに材料体(1)の面(1b)を密着させるようにすることもで

きる。

また、上述した例では材料体(1)が基板状をなす場合の例であるが、或る場合は、ガラス、サファイヤ、ニオブ酸リチウム等各種基板上にシングルドメイン化される非線形強誘電体光学材料を薄膜状に形成しこれを厚さ方向にシングルドメイン化し、これの上に一方の電極(11)を形成し、基板の裏面に、他方の電極(12)を配するとか或いはこの基板が導電体である場合はこの基板を電極(12)として上述した電場印加によるドメインの反転化を行うこともできる。

〔発明の効果〕

上述の本発明方法によれば、シングルドメインの非線形強誘電体光学材料体(1)を挟んで設けられた第1及び第2の電極(11)及び(12)間に直流電圧を印加することによって電場の生じた部分、すなわち電極パターンに対応した部分に自発分極の反転が生じ、ドメイン反転部を発生させるものであり、単に電極パターンの形成によってこのパターンのドメイン反転部を形成するようにしたので、この電極パターンの形成をフォトリソグラフィ等の高精度微細加工が可能な技術の適用によって微細ピッチ及びパターンに高精度に形成でき、また印加電圧の制御によって反転ドメインの厚さ制御も容易にかつ高精度をもって行うことができる。

そして、このようにして形成されたドメイン反転部は、Tiドープによる場合のように屈折率が変化しないことから、上述の第2図で示した周期ドメイン反転構造部(3)を有する光導波路型ＳＨＧに適用して、この屈折率変化によってＳＨ波のビームが複数本になることを回避でき、また位相不整合の発生を回避できることから、この不整合に基づく、導波路とドメイン変調の自由度の大幅な減少を回避できる。また、材料体たとえば基板(1)中に第2高調波が深く入り込むことによって生ずる出力光ビームのファーフィールドパターンの三日月状パターンを回避でき、出力ビームを回折限界にまで容易に集光させることができるという利益をもたらす。更に基本波との重畳が大となること

によって変換効率が向上するなど多くの利益をもたらす。

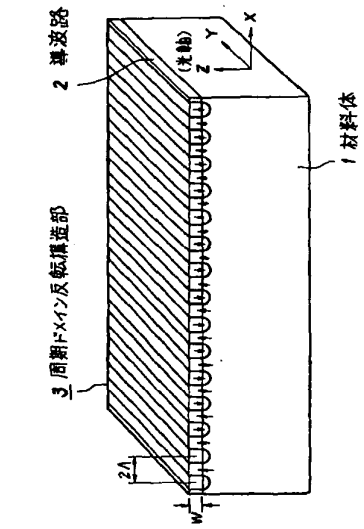
図面の簡単な説明

第1図は本発明方法の電場印加態様の一例を示す斜視図、第2図は本発明方法を適用するＳＨＧの一例の一部を断面とした斜視図、第3図は本発明素子の一例の製造工程図、第4図は従来のチェレンコフ型ＳＨＧと位相整合の説明図、第5図はその導波路の等価屈折率と膜厚と導波モードの関係を示す図である。

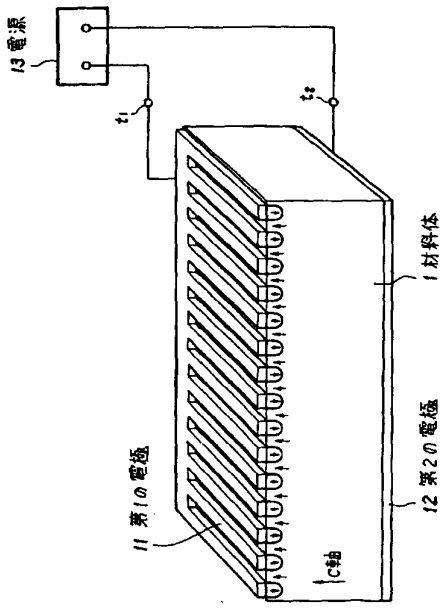
(1)は基板、(2)は導波路、(3)は周期ドメイン反転構造部、(11)及び(12)は第1及び第2の電極である。

代　理　人　　松　隈　秀　盛

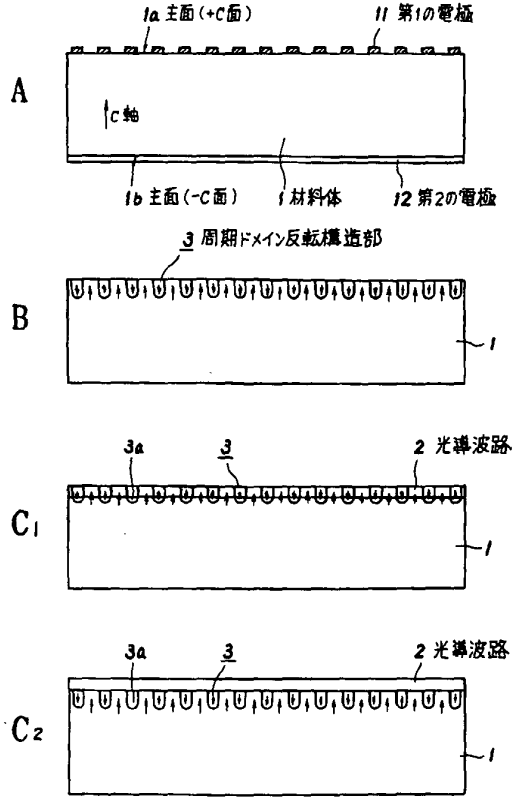
23



SHGの一部を断面した斜視図
第 2 図

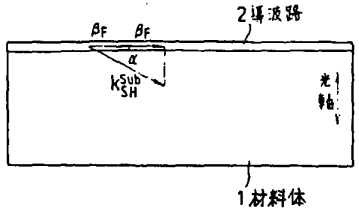


反転ドメインの制御方法を示す図
第 1 図



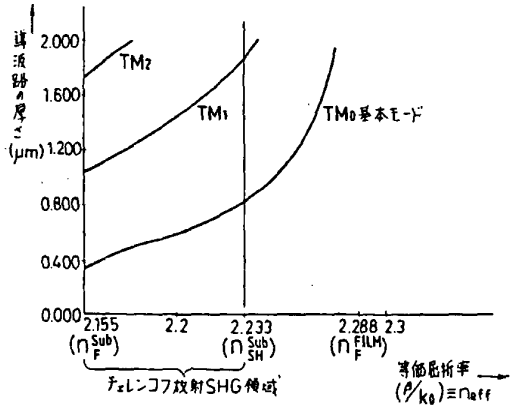
SHGの製造工程図

第 3 図



チェレンコフ放射SHGと位相整合の説明図

第 4 図



LiNbO3光導波路の導波モードとチェレンコフ放射SHGの領域を示す図

第 5 図

手続補正書

平成 1年 7月 5日

特許庁長官 吉 田 文 毅 殿

1.事件の表示

平成 1年 特 許 願 第 8271号

2.発明の名称

非線形強誘電体光学材料に対するドメイン制御方法

3.補正をする者

事件との関係 特許出願人

住 所 東京都品川区北品川6丁目7番35号

名 称（218）ソ ニ ー 株 式 会 社

代表取締役 大 賀 典 雄

4.代 理 人

住 所 東京都新宿区西新宿1丁目8番1号 新宿ビル
TEL 03-343-582100

氏 名（8088）弁理士 松 隈 秀 盛

5.補正命令の日付 平成 年 月 日

6.補正により増加する発明の数 方式審査

7.補正の対象

明細書の発明の詳細な説明の欄

8.補正の内容

方式審査

(1) 明細書中、第20頁19行「電極板として、これに材料体(1)の面(1b)を」を「電極板として、或いは、第1の電極(11)または（及び）第2の電極(12)を絶縁基板上に形成してこれを材料体(1)の面(1a)または（及び）(1b)に」と訂正する。

以 上

2

【公報種別】特許法第１７条の２の規定による補正の掲載
【部門区分】第６部門第２区分
【発行日】平成９年（１９９７）１月１７日

【公開番号】特開平２—１８７７３５
【公開日】平成２年（１９９０）７月２３日
【年通号数】公開特許公報２—１８７８
【出願番号】特願平１—８２７１
【国際特許分類第６版】
G02F 1/37
1/35 505
【ＦＩ】
G02F 1/37 9316-2K
1/35 505 9316-2K

手 続 補 正 書

平成 8年 1月 17日

特許庁長官 清 川 佑 二 殿

1.事件の表示

平成 1年 特 許 願 第 8271号

2.補正をする者

事件との関係 特許出願人

住 所 東京都品川区北品川6丁目7番35号

名 称（218）ソ ニ ー 株 式 会 社

代表取締役 出 井 伸 之

3.代 理 人

住 所 東京都新宿区西新宿1丁目8番1号
TEL 03-3343-5821㈹ （新宿ビル）

氏 名（8088）弁理士 松 隈 秀 盛

4.補正命令の日付 平成 年 月 日

5.補正により増加する請求項の数

6.補正の対象 明細書の特許請求の範囲の欄及び発明の詳細な説明の欄

7.補正の内容

(1) 明細書中、特許請求の範囲を別紙の通り訂正する。
(2) 同、第2頁7～8行及び第11頁10行「直流」とあるを削除する。
(3) 同、第5頁6行「Pysics」を「Physics 」と訂正する。
(4) 同、第10頁6行「選択的」を「選択」と訂正する。
(5) 同、第13頁5行「シングルドドメイン」を「シングルドメイン」と訂正する。
(6) 同、第15頁3行及び第16頁17行「反転構造」を「反転構造部」と訂正する。
(7) 同、第16頁18行「第2」を「第2図」と訂正する。

以 上

特許請求の範囲

シングルドメイン化された非線形誘電体光学材料体の相対向する両主面に第1及び第2の電極を対向配置し、これら第1及び第2の電極の少くとも一方を所要の電極パターンとし、上記第1及び第2の電極間に所要の電圧を印加し、上記電極パターンに対応するパターンのドメイン反転部を局部的に形成してドメイン制御を行うことを特徴とする非線形誘電体光学材料に対するドメイン制御方法。